

doi: 10.18484/2305-0047.2017.2.171

Р.Э. ЯКУБЦЕВИЧ**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕМОДИНАМИКИ И ГИДРОБАЛАНСА С ПОМОЩЬЮ
ТРАНСПУЛЬМОНАЛЬНОЙ ТЕРМОДИЛЮЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ПРОДЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПОЧЕЧНО-ЗАМЕСТИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ
У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМ СЕПСИСОМ И ПОЛИОРГАННОЙ
ДИСФУНКЦИЕЙ**

УО «Гродненский государственный медицинский университет», г. Гродно,
Республика Беларусь

Цель. Оценить эффективность параметров мониторинга PiCCO для принятия решения о регуляции гидробаланса и коррекции гемодинамики во время продленной вено-венозной гемофильтрации (ПВВГФ) или гемодиализа (ПВВГДФ) при тяжелом сепсисе с полиорганной дисфункцией.

Материал и методы. Анализ подверглись 36 сессий почечно-заместительной терапии (ПЗТ) (14 – ПВВГФ и 22 – ПВВГДФ) у 18 пациентов с синдромом полиорганной дисфункции, развившемся на фоне сепсиса. Измерение параметров гемодинамики и гидробаланса проводилось в 15 случаях с помощью монитора PiCCO в течение всей процедуры ПВВГФ либо ПВВГДФ каждые 4-6 часов, в 21 случае – путем неинвазивного измерения среднего АД (САД) и центрального венозного давления (ЦВД).

Результаты. Установлено, что критическим периодом гемодинамики во время ПЗТ был 4-6 час от начала процедуры. В этот период происходило значимое снижение САД. Критических изменений САД в группе пациентов, в которой проводился мониторинг PiCCO, зафиксировано не было. Также в этой группе отсутствовали значимые изменения сердечного индекса, несмотря на проводимую ультрафильтрацию и позитивную динамику в виде уменьшения глобального конечного диастолического объема (GEDV) и внесосудистой воды легких (ELWI) уже спустя 6 часов от начала сессии. Данная стабильность была обусловлена ранней реакцией врача на изменение параметров PiCCO до системного снижения АД в виде адекватной коррекции доз инотропной поддержки и регуляции скорости ультрафильтрации в виде ее уменьшения либо полной остановки, а также в виде назначения вазопрессорной поддержки.

Заключение. Применение мониторинга PiCCO показало свою эффективность для принятия решения о регуляции гидробаланса и коррекции гемодинамики во время продленной вено-венозной гемофильтрации (ПВВГФ) или гемодиализа (ПВВГДФ) при тяжелом сепсисе с полиорганной дисфункцией.

Ключевые слова: продленные методы почечно-заместительной терапии, продленная вено-венозная гемофильтрация, продленная вено-венозная гемодиализация, гемодинамика, гидробаланс, транспульмональная термодилуция, PiCCO, тяжелый сепсис, синдром полиорганной дисфункции

Objective. To evaluate the effectiveness of PiCCO monitoring parameters for making a decision on the regulation of hydrobalance and correction of hemodynamics during the continuous veno-venous haemofiltration (CVVHF) or haemodiafiltration (CVVHDF) in severe sepsis with multiple organ dysfunction.

Methods. 36 sessions of renal replacement therapy (RRT) (14 – CVVHF and 22 – CVVHDF) in 18 patients with sepsis resulting in multiple organ dysfunction syndrome have been analyzed. Hemodynamic parameters and hydrobalance was measured in 15 cases using the invasive PiCCO monitor during the CVVHDF procedure every 4-6 hours. In 21 cases the assessment of hemodynamics and hydrobalance was carried out by the non-invasive measurement of the mean arterial pressure (MAP) and central venous pressure (CVP).

Results. It was found out that the critical period of haemodynamics during the sessions of RRT was every 4th-6th hour from the beginning of the procedure. Within this period a significant reduction of MAP was observed. Critical changes of MAP in patients monitored by the PiCCO were not recorded. There were no significant changes in the cardiac index despite the ultrafiltration and the positive dynamics manifested by reduction of global end-diastolic volume index (GEDV) and the extravascular lung water index (ELWI) just 6 hours from the session onset. This stability was due to the early physicians response to the change of PiCCO parameters, without waiting for the systematic blood pressure reduction in an adequate dose correction of inotropic support and regulation of the ultrafiltration rate in its reducing or complete stopping, as well as by the prescription of vasopressor support.

Conclusion. PiCCO monitoring turned out to be effective for making a decision on the regulation and correction of hemodynamics and hydrobalance during CVVHF or CVVHDF in severe sepsis with multiple organ dysfunction syndrome.

Keywords: continuous methods of renal replacement therapy, continuous veno-venous haemofiltration, continuous veno-venous haemodiafiltration, transpulmonary thermodilution, PiCCO, severe sepsis, multiple organ dysfunction syndrome

Novosti Khirurgii. 2017 Mar-Apr; Vol 25 (2): 171-176

Optimising of Haemodynamics and Hydrobalance with Transpulmonal Thermodilution while Applying Continuous Methods of Renal Replacement Therapy in Patients with Severe Sepsis and Multiple Organ Dysfunction

R.E. Yakubtsevich

Введение

Нарушения гемодинамики при сепсисе имеют место в большинстве случаев его тяжелого течения. Известно, что на ранней стадии сепсиса (менее 6 часов от начала заболевания) может быть выявлена гиподинамия, проявляющаяся снижением сердечного выброса (СВ) на фоне относительной или абсолютной гиповолемии, лактат-ацидоза и уменьшения венозной сатурации [1]. По мере компенсации гиповолемии быстро развивается гипердинамия кровообращения, выражающаяся в росте СВ на фоне резкого снижения общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС). Этот типичный гемодинамический профиль, как правило, сохраняется вплоть до разрешения сепсиса или смерти пациента [2]. Когда избыточный уровень цитокинов, эндотоксина, эйкозаноидов и прочих агрессивных медиаторов воспаления достигает своих пиковых концентраций, это поражает органы и системы организма и проявляется развернутой клиникой полиорганной дисфункции. Лечение такой дисфункции сопровождается включением в комплекс мероприятий интенсивной терапии продленных методов почечно-заместительной терапии (ПЗТ) [3, 4, 5]. Методиками с наибольшей доказательной базой эффективности являются продленная вено-венозная гемофильтрация (ПВВГФ) и продленная вено-венозная гемодиализация (ПВВГДФ) [6, 7]. Использование больших объемов субституата при таких процедурах, исходная гемодинамическая нестабильность пациента, а также необходимость ультрафильтрации, а порой и высокообъемной, создают предпосылки к декомпенсации кровообращения во время сессий ПЗТ, длительность которых достигает нескольких суток и требует непрерывного мониторинга гидробаланса. Многие годы для оценки преднагрузки и волемии использовали измерение центрального венозного давления (ЦВД), которое отражает способность сердца «принять» данный объем крови и соотносится с давлением заполнения левого желудочка. Однако, несмотря на большую популярность этого показателя у многих клиницистов, ЦВД является и объектом критики ввиду того, что определяется соответствием клапанного аппарата магистральных вен и сердца, а также давлением в легочной артерии и комплайнсом правого желудочка, а сочетание этого разнообразия факторов ограничивает попытки

адекватной интерпретации значений ЦВД [8]. Зачастую ЦВД снижается при гиперволемии на фоне высокой производительности сердца (гипердинамией), и, напротив, повышенное значение ЦВД может быть зарегистрировано при истинной объемной перегрузке или при нормоволемии на фоне резкого снижения функции сердца или легочной гипертензии. Поэтому поиск новых методов мониторинга для оптимизации течения таких процедур является актуальным. Одну из ключевых позиций в этом звене занимает методика транспульмональной дилуции термального индикатора, получившая воплощение в технологии PiCCO (Pulse index Contour Cardiac Output) («Pulsion», Germany) [9, 10]. Техника транспульмонального разведения индикатора основана на положении, что введенный в центральную вену термоиндикатор пройдет с кровотоком путь от правого предсердия до термодатчика фиброоптического катетера, расположенного в бедренной или лучевой артерии. Это позволяет построить кривую термодилуции и рассчитать сердечный выброс. Однако измерения могут быть затруднены в условиях внутриаортальной баллонной контрпульсации и невозможны при искусственном кровообращении [11].

Оценка центральных объемов крови была бы неполной, если не принять во внимание утечку жидкости за пределы внутрисосудистого сектора. Вклад «капиллярной утечки» в патогенез критических нарушений может быть сопоставим по своей значимости с первичными гемодинамическими нарушениями. В этом случае попытки увеличить объем циркулирующей крови (ОЦК) не приведут к росту СВ. Всего лишь кратковременная гемодинамическая стабилизация будет достигнута ценой интерстициального отека тканей с углублением органной дисфункции [12]. Поэтому измерение показателя внесосудистой воды легких может быть признано важным компонентом волюметрического мониторинга, отражающим интегральный баланс жидкости на границе внутри- и внесосудистого пространств организма [13].

Цель. Оценить эффективность измерения параметров мониторинга PiCCO для принятия решения о регуляции гидробаланса и коррекции гемодинамики во время продленной вено-венозной гемофильтрации (ПВВГФ) или гемодиализации (ПВВГДФ) при тяжелом сепсисе с полиорганной дисфункцией.

Материал и методы

Анализу лечения подверглись 36 сессий продленных методов ПЗТ (14 — ПВВГФ и 22 — ПВВГДФ) у 18 пациентов с синдромом полиорганной дисфункции на фоне сепсиса различной этиологии, которым проводилась интенсивная терапия в отделений анестезиологии и реанимации №1 УЗ «Гродненская областная клиническая больница» в период с июля 2014 по сентябрь 2016 года. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от вида выполняемой процедуры. Первую группу составили 14 процедур ПВВГФ, вторую — 22 сессии ПВВГДФ. По характеру патологии и тяжести состояния группы были сопоставимы. Все пациенты получали традиционную консервативную терапию (антибиотики резерва, объемную ресусцитацию, энтерально-парентеральное питание, ежедневные хирургические санации брюшной полости в случае абдоминального сепсиса и при необходимости). Процедура ПВВГДФ была выполнена всем пациентам на аппарате «Multifiltrat» (Fresenius, Germany). Скорость кровотока через двухпросветный венозный катетер составляла 200-230 мл/мин через гемофильтр AV600 (Fresenius, Germany). Для замещения использовались стандартные бикарбонатные растворы «MiltiBic 2 ммоль/л potassium» (Fresenius, Germany). Объем замещаемого раствора субституата составил 2,2-2,7 л/час, скорость потока диализата — 1500-2000 мл/час. В качестве антикоагулянта использовалась постоянная инфузия гепарина в дозе, достигающей повышения АЧТВ в 2 раза. Измерение параметров гемодинамики и гидробаланса (среднего артериального давления (САД), центрального венозного давления (ЦВД), глобального конечно-диастолического объема (GEDV), внесосудистой воды в легких (ELWI), сердечного индекса (СИ)) проводилось в 15 случаях инвазивно с помощью аппарата PiCCO (Pulsion, Germany) в течение всей процедуры ПВВГДФ каждые 4-6 часов. Для проведения PiCCO мониторинга использовались стандартные одноразовые наборы, а также во всех случаях была пунктирована и катетеризована arteria femoralis. В 21 случае оценка гемодинамики и гидробаланса проводилась путем неинвазивного измерения среднего АД (САД) и ЦВД с помощью монитора пациента «Philips IntelliVue MP40/50» (Германия). Используемое в исследовании диагностическое и лечебное оборудование зарегистрировано в РБ для клинического применения и соответствует стандартным протоколам. Исследуемые параметры изучались в 5 этапов: исходный — за 10-30 минут до подключения ПВВГФ/ПВВГДФ,

через 6, 12, 18 и 24 часа от момента начала проведения процедуры.

Полученные данные статистически обрабатывались с помощью лицензионной программы «Statistica 6.0» (Statsoft Inc, US). Нормальность распределения количественных признаков оценивали по критерию Шапиро-Уилка (W). При распределении, отличающемся от нормального, данные репрезентировали в виде Me (25-75), где Me — медиана, (25-75) — 25 процентиль — 75 процентиль. С учетом размеров малой выборки, а также отсутствия нормального распределения в группах статистическую значимость результатов оценивали методом непараметрической статистики для независимых выборок — U-критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney U-тест), а зависимых признаков — с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon test). Критический уровень статистической значимости принимали за $p < 0,05$. В таблицах исследуемые через 6, 12, 18 и 24 часа параметры сравнивались с исходным (до применения процедур ПВВГФ/ПВВГДФ) этапом в каждой группе. Результаты, представленные во 2-й группе, сравнивались с таким же этапом (аналогичным) 1 группы.

Результаты

Полученные результаты демонстрируют, что критическим периодом функционирования гемодинамики в процессе проведения сессий продленных методов ПЗТ был 4-6 час от начала проведения процедуры. На это указывают результаты неинвазивного измерения АД с помощью прикроватного монитора у пациентов без мониторинга PiCCO (таблица 1).

В этот период среднее АД достоверно уменьшилось с 85,38 (79,0; 92,0) до 56,95 (49,0; 65,0) мм рт. ст. (таблица 1). При этом значимых критических изменений САД в группе пациентов, в которой проводился мониторинг PiCCO, зафиксировано не было (таблица 1). Отмечено достоверное уменьшение параметра ЦВД относительно исходных значений у пациентов без мониторинга PiCCO (таблица 2).

Как демонстрируют результаты таблицы 3, исходный статус пациентов проявлялся избыточной гидратацией, на что указывали высокие показатели внесосудистой воды в легких (ELWI) (таблица 3).

Обсуждение

В результате анализа полученных результатов было установлено, что наиболее уязвимым, критическим периодом функционирования гемодинамики в процессе проведения сессий

Таблица 1

**Динамика изменения среднего артериального давления (САД)
во время проведения длительных методик ПЗТ**

Изучаемый показатель		САД, мм рт.ст. Ме (25-75)	P
Группа 1 (без мониторинга PiCCO)	Исходный	85,38 (79,0; 92,0)	
	На 6 часу	56,95 (49,0; 65,0)	0,000060*
	На 12 часу	62,33 (54,0; 70,0)	0,000060*
	На 18 часу	70,71 (65,0; 78,0)	0,000060*
	На 24 часу	77,38 (71,0; 85,0)	0,00281*
Группа 2 (с мониторингом PiCCO)	Исходный	88,60 (79,0; 101,0)	0,352095**
	На 6 часу	87,13 (79,0; 99,0)	0,124044*; 0,000008**
	На 12 часу	87,27 (78,0; 98,0)	0,060894*; 0,000014**
	На 18 часу	88,07 (81,0; 97,0)	0,552494*; 0,000110**
	На 24 часу	88,33 (81,0; 98,0)	0,570061*; 0,004991**

Примечание: * – p в сравнении с исходным этапом в группе (критерий Вилкоксона); ** – p по отношению к аналогичному этапу лечения группы 1 (критерий Манна-Уитни); выделенный жирным шрифтом p – различие достоверно.

Таблица 2

**Динамика изменения центрального венозного давления (ЦВД)
во время проведения длительных методик ПЗТ**

Изучаемый показатель		ЦВД, мм рт. ст. (Ме 25;75)	P
Группа 1 (без мониторинга PiCCO)	Исходный	10,47 (8,0; 12,0)	
	На 6 часу	9,05 (8,0; 10,0)	0,000852*
	На 12 часу	8,71 (7,0; 10,0)	0,000748*
	На 18 часу	8,38 (7,0; 9,0)	0,000463*
	На 24 часу	7,71 (6,0; 9,0)	0,000233*
Группа 2 (с мониторингом PiCCO)	Исходный	8,53 (7,0; 10,0)	0,092069**
	На 6 часу	7,93 (7,0; 9,0)	0,109512*; 0,188315**
	На 12 часу	7,80 (6,0; 9,0)	0,026757* ; 0,304517**
	На 18 часу	7,13 (6,0; 8,0)	0,010788* ; 0,044914**
	На 24 часу	6,67 (6,0; 7,0)	0,001474* ; 0,235136**

Примечание: * – p в сравнении с исходным этапом в группе (критерий Вилкоксона); ** – p по отношению к аналогичному этапу лечения группы 1 (критерий Манна-Уитни); выделенный жирным шрифтом p – различие достоверно.

Таблица 3

**Динамика изменения некоторых параметров PiCCO
во время проведения длительных методик ПЗТ**

Изучаемый показатель	Этап исследования	Результат	P
GEDI, мл/м ² (Ме 25;75)	Исходный	790,9 (692,0; 947,0)	
	На 6 часу	703,9 (548,0; 813,0)	0,007599*
	На 12 часу	636,3 (550,0; 710,0)	0,006407*
	На 18 часу	623,1 (602,0; 673,0)	0,008985*
	На 24 часу	584,2 (572,0; 631,0)	0,003143*
ELWI, мл/кг (Ме 25;75)	Исходный	10,87 (9,0; 12,0)	
	На 6 часу	8,67 (7,0; 10,0)	0,000982*
	На 12 часу	7,87 (7,0; 9,0)	0,000982*
	На 18 часу	7,13 (6,0; 8,0)	0,000655*
	На 24 часу	6,40 (5,0; 7,0)	0,000655*
СИ, л/мин/м ² (Ме 25;75)	Исходный	5,11 (4,43; 5,97)	
	На 6 часу	4,96 (4,42; 5,72)	0,363489*
	На 12 часу	4,97 (4,51; 5,28)	0,550935*
	На 18 часу	4,84 (4,42; 5,13)	0,125154*
	На 24 часу	4,78 (4,29; 5,07)	0,220900*

Примечание: * – p в сравнении с исходным этапом в группе (критерий Вилкоксона); выделенный жирным шрифтом p – различие достоверно.

продленных методов ПЗТ был 4-6 час от начала проведения процедуры. Это наиболее наглядно продемонстрировано в группе пациентов, которым не проводился мониторинг PiCCO, а использовалось неинвазивное измерение АД с помощью прикроватного монитора (таблица 1). В этот период среднее АД достоверно уменьшилось. Резкие изменения этого показателя могут указывать на возможную неэффективность системного кровообращения. Хотя не существует порога САД, указывающего на адекватность тканевой перфузии, ряд протоколов, в том числе Surviving Sepsis Campaign 2008, рекомендует поддерживать среднее АД на уровне выше 65 мм рт. ст. [3]. Однако наши результаты демонстрируют нарушение адекватности тканевой перфузии в течение минимум 6-12 часов от начала проведения длительных методик ПЗТ, на что указывают параметры САД (таблица 1). Такой длительный период нестабильности системной гемодинамики был зафиксирован лишь в группе, в которой не проводился мониторинг PiCCO, так как реагирование на изменение доз инотропной и вазопрессорной поддержки, а также регуляция скорости и объема ультрафильтрации и кровотока в этой группе пациентов проводились с большим опозданием ввиду отсроченной реакции системного АД и клинической картины, его сопровождающей. При этом значимых критических изменений САД в группе пациентов, в которой проводился мониторинг PiCCO, зафиксировано не было (таблица 1).

При анализе параметров ЦВД на различных этапах проведения продленных методов ПЗТ также отмечены достоверные значения уменьшения этого параметра относительно исходных значений у пациентов без мониторинга PiCCO (таблица 2) в сравнении с группой пациентов, которым этот мониторинг проводился. Это может указывать на избыточную скорость ультрафильтрации в течение первых 12 часов ПВВГФ и ПФФГДФ, что отразилось резким уменьшением ЦВД, а также реакцией системы кровообращения в виде падения среднего АД.

Как демонстрируют результаты таблицы 3, исходный статус пациентов проявлялся в виде избыточной гидратации, на что указывали высокие показатели внесосудистой воды в легких (ELWI), что создавало предпосылки к развитию отека легких и имело тенденцию к повышению конечно-диастолического объема (GEDI), указывающего на общий избыточный глобальный объем воды в организме (таблица 3). Использование для мониторинга системы PiCCO во время проведения длительных методик ПЗТ сопровождалось отсутствием значимых

изменений вариабельности сердечного индекса несмотря на проводимую ультрафильтрацию во время процедур ПЗТ и позитивную динамику в сторону уменьшения как глобального конечно-диастолического объема (GEDI), так и внесосудистой воды легких (ELWI) уже спустя 6 часов от начала сессии, а также в течение 24-часового лечения (таблица 3). Данная стабильность была обусловлена наиболее ранней реакцией врача на изменение параметров PiCCO до системного снижения неинвазивно измеренного АД в виде адекватной коррекции доз инотропной поддержки и регуляции скорости ультрафильтрации в течение всей процедуры продленной ПЗТ.

Заключение

Применение мониторинга инвазивной гемодинамики и гидробаланса PiCCO позволило достичь лучшей стабильности гемодинамики благодаря ранней коррекции доз инотропной поддержки, а также гидробаланса за счет управления объемом субституата и скоростью ультрафильтрации у пациентов, находящихся на продленной вено-венозной гемодиализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьков ВВ, Киров МЮ. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии. Архангельск: СГМУ, РФ; 2008. 244 с.
2. Krishnagopalan S, Kumar A, Parrillo JE, Kumar A. Myocardial dysfunction in the patient with sepsis. *Curr Opin Crit Care*. 2002 Oct;8(5):376-88.
3. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Crit Care Med*. 2008 Jan;36(1):296-27. doi: 10.1097/01.CCM.0000298158.12101.41.
4. Martin-Loeches I, Levy MM, Artigas A. Management of severe sepsis: advances, challenges, and current status. *Drug Des Devel Ther*. 2015 Apr 9;9:2079-88. doi: 10.2147/DDDT.S78757. eCollection 2015.
5. Panagiotou A, Gaiao S, Cruz DN. Extracorporeal therapies in sepsis. *J Intensive Care Med*. 2013 Sep-Oct;28(5):281-95. doi: 10.1177/0885066611425759.
6. Alobaidi R, Basu RK, Goldstein SL, Bagshaw SM. Sepsis-Associated Acute Kidney Injury. *Semin Nephrol*. 2015 Jan; 35(1):2-11. doi: 10.1016/j.seminephrol.2015.01.002.
7. Du C, Cai H, Shao S, Yan Q. Efficacies of continuous high volume hemofiltration in severe sepsis patients with multiple organ dysfunction syndrome. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2015 Jan 20;95(3):210-13. [Article in Chinese]
8. Kelman GR. Interpretation of CVP measurements. *Anaesthesia*. 1971 Apr; 26(2): 209-15. doi:10.1111/j.1365-2044.1971.tb04764.x.
9. Heise D, Faulstich M, Mörer O, Bräuer A, Quintel M. Influence of continuous renal replace-

ment therapy on cardiac output measurement using thermodilution techniques. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Mar;78(3):315-21.

10. Schmidt S, Westhoff T, Schlattmann P, Zidek W, Compton F. Analysis of transpulmonary thermodilution data confirms the influence of renal replacement therapy on thermodilution hemodynamic measurements. *Anesth Analg.* 2016 May;122(5):1474-79. doi: 10.1213/ANE.0000000000001191.

11. Baulig W, Schuett P, Goedje O, Schmid ER. Accuracy of a novel approach to measuring arterial thermodilution cardiac output during intra-aortic counterpulsation. *J Clin Monit Comput.* 2007 Jun;21(3):147-53. doi: 10.1007/s10877-007-9068-x.

12. Marx G. Fluid therapy in sepsis with capillary leakage. *Eur J Anaesthesiol.* 2003 Jun;20(6):429-42.

13. Khan S, Trof RJ, Groeneveld AB. Transpulmonary dilution-derived extravascular lung water as a measure of lung edema. *Curr Opin Crit Care.* 2007 Jun;13(3):303-7. doi: 10.1097/MCC.0b013e32811d6ccd.

REFERENCES

1. Kuz'kov VV, Kirov MIu. Invazivnyi monitoring gemodinamiki v intensivnoi terapii i anesteziologii [Invasive hemodynamic monitoring in the intensive care and anesthesiology]. Arkhangel'sk: SGMU, RF; 2008. 244 p.

2. Krishnagopalan S, Kumar A, Parrillo JE, Kumar A. Myocardial dysfunction in the patient with sepsis. *Curr Opin Crit Care.* 2002 Oct;8(5):376-88.

3. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Crit Care Med.* 2008 Jan;36(1):296-27. doi: 10.1097/01.CCM.0000298158.12101.41.

4. Martin-Loeches I, Levy MM, Artigas A. Management of severe sepsis: advances, challenges, and current

status. *Drug Des Devel Ther.* 2015 Apr 9;9:2079-88. doi: 10.2147/DDDT.S78757. eCollection 2015.

5. Panagiotou A, Gaias S, Cruz DN. Extracorporeal therapies in sepsis. *J Intensive Care Med.* 2013 Sep-Oct;28(5):281-95. doi: 10.1177/0885066611425759.

6. Alobaidi R, Basu RK, Goldstein SL, Bagshaw SM. Sepsis-Associated Acute Kidney Injury. *Semin Nephrol.* 2015 Jan; 35(1):2-11. doi: 10.1016/j.seminephrol.2015.01.002.

7. Du C, Cai H, Shao S, Yan Q. Efficacies of continuous high volume hemofiltration in severe sepsis patients with multiple organ dysfunction syndrome. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2015 Jan 20;95(3):210-13. [Article in Chinese]

8. Kelman GR. Interpretation of CVP measurements. *Anaesthesia.* 1971 Apr; 26(2): 209-15. doi:10.1111/j.1365-2044.1971.tb04764.x.

9. Heise D, Faulstich M, Mörer O, Bräuer A, Quintel M. Influence of continuous renal replacement therapy on cardiac output measurement using thermodilution techniques. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Mar;78(3):315-21.

10. Schmidt S, Westhoff T, Schlattmann P, Zidek W, Compton F. Analysis of transpulmonary thermodilution data confirms the influence of renal replacement therapy on thermodilution hemodynamic measurements. *Anesth Analg.* 2016 May;122(5):1474-79. doi: 10.1213/ANE.0000000000001191.

11. Baulig W, Schuett P, Goedje O, Schmid ER. Accuracy of a novel approach to measuring arterial thermodilution cardiac output during intra-aortic counterpulsation. *J Clin Monit Comput.* 2007 Jun;21(3):147-53. doi: 10.1007/s10877-007-9068-x.

12. Marx G. Fluid therapy in sepsis with capillary leakage. *Eur J Anaesthesiol.* 2003 Jun;20(6):429-42.

13. Khan S, Trof RJ, Groeneveld AB. Transpulmonary dilution-derived extravascular lung water as a measure of lung edema. *Curr Opin Crit Care.* 2007 Jun;13(3):303-7. doi: 10.1097/MCC.0b013e32811d6ccd.

Адрес для корреспонденции

230000, Республика Беларусь,
г. Гродно, ул. Горького, д. 80,
УО «Гродненский государственный
медицинский университет»,
кафедра анестезиологии и реаниматологии,
тел. раб.: +375 152 43-40-85,
e-mail: jackruslan@tut.by,
Якубцевич Руслан Эдвардович

Сведения об авторах

Якубцевич Р.Э., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Информация о статье

Поступила 11 ноября 2016 г.
Принята в печать 26 декабря 2016 г.
Доступна на сайте 28 марта 2017 г.

Address for correspondence

230000, Republic of Belarus,
Grodno, Gorky str., 80,
EE «Grodno State Medical University»,
Department of anesthesiology
and intensive care,
Tel.: 375 152 43-40-85
e-mail: jackruslan@tut.by
Ruslan E. Yakubtsevich

Information about the authors

Yakubtsevich R.E. PhD, Ass. Professor of department of anesthesiology and critical care medicine, EE «Grodno State Medical University».

Article history

Received 11 November 2016
Accepted 26 December 2016
Available online 28 March 2017